

УДК 543.271.089.06

ПРИСТРОЇ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ РІВНОСТІ ОПОРУ ДРОСЕЛІВ СИНТЕЗАТОРА ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ

© Зеновій Теплох, Євген Пістун, Ігор Ділай, 2002

Національний університет "Львівська політехніка", кафедра "Автоматизація теплових і хімічних процесів",
вул. С.Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Описано пристрої для підбору дросельних елементів з рівними газодинамічними опорами як на одному, так і на різних газах. За допомогою цих пристроїв можна підбирати дросельні елементи з точністю значно вищою, ніж за допомогою відомих пристроїв. Використання таких дроселів, наприклад, в синтезаторах газових сумішей дасть змогу готувати високоточні суміші та розраховувати концентрації компонентів в ній лише за кількістю дозуючих дросельних елементів у каналах змішувача.

Описаны устройства для подбора дросельных элементов с равными газодинамическими сопротивлениями как на одном, так и на различных газах. При помощи этих устройств можно подбирать дросельные элементы со значительно высшей точностью, чем при помощи известных устройств. Применение таких дроселей, например, в синтезаторах газовых смесей позволит получать высокоточные смеси и рассчитывать концентрации компонентов в них только по количеству дозирующих дросельных элементов в каналах смесителя.

In the article devices for selection of capillary elements for one gas and for various gases are described. These devices permits to increase the precision of selection capillary elements. Using capillaries with equal gas dynamical resistance, for example, in synthesizers of gas mixtures makes it possible to prepare precision mixtures and calculate their component's concentration only by quantity of dosing capillary elements in the mixer's channels.

Газові суміші із заданим співвідношенням компонентів потрібні як для технологічних потреб, так і для метрологічного забезпечення газоаналітичної апаратури [1, 2]. Номенклатура таких газових сумішей практично необмежена. Дотепер основну кількість газових сумішей готують почерговим напусканням компонентів або в сталеві балони високого тиску, або в невеликі місткості (скляні чи гумові) з малим надлишковим тиском. Однак такій процедурі приготування сумішей притаманні недоліки: низька точність приготування або необхідність високоточної аналітичної апаратури для атестації синтезованої суміші, обмежена номенклатура пропонованих газозмішувальними станціями сумішей, необхідність висококваліфікованого персоналу, проблеми транспортування і зберігання сумішей. Потреба в простішому приготуванні газових сумішей на місці їх використання привела до появи різних газозмішувачів пристроїв (синтезаторів), які, проте, внаслідок різних причин дотепер не знайшли широкого застосування.

Серед відомих змішувачів газів найперспективнішими є газодинамічні синтезатори, зокрема побудовані на базі формування стабільних потоків компонентів за допомогою дросельних елементів [3].

Такі змішувачі мають кращу стабільність та відтворюваність складу синтезованої суміші, атестацію якої можна виконати або розрахунково за процедурою приготування, або за допомогою аналітичної апаратури [4]. У першому випадку точність атестації невисока внаслідок обмеженої точності визначення витрати, тиску, об'єму тощо, а також за рахунок відхилення від законів ідеального стану газу. Атестація аналітичними методами є дорогою і може бути виконана тільки у спеціальних лабораторіях.

Істотного підвищення точності задання концентрації компонентів суміші можна досягнути шляхом дозування компонентів через дроселі з точно заданими значеннями опорів [5]. Проте відомі способи визначення газодинамічного опору (ГДО) базуються знов-таки на вимірюваннях абсолютних значень витрати, тиску тощо і тому не можуть забезпечити високої точності визначення концентрації компонентів розрахунково через опори дозаторів. У зв'язку з цим підвищити точність атестації можна, застосовуючи дроселі із рівними ГДО як на одному, так і на різних газах, оскільки виготовити дроселі з рівними опорами можна набагато точніше ніж визначити абсолютне значення їх ГДО.

Встановлення (атестацію) рівності опорів дроселів доцільно здійснювати на пристроях диференційного типу, в яких порівнюють значення тиску як найпростішого з погляду вимірювання параметра. Досягають відсутності різниці тисків у каналах двох дроселів, що свідчить про рівність опорів. Точність встановлення рівності опорів у такому пристрої визначається в основному порогом чутливості дифманометра (нуль-індикатора перепаду тисків), який (поріг чутливості) завжди набагато менший від абсолютної похибки вимірювання. Використання однакових за значенням опору дроселів як дозаторів у синтезаторах газових сумішей дає змогу атестувати суміш за співвідношенням рівних за витратою потоків компонентів і досягти вищої точності атестації концентрації компонентів.

Синтез газових сумішей із застосуванням дроселів з рівними ГДО вимагає наявності дроселів з однаковим ГДО як на одному газі, так і дроселів з однаковим ГДО на різних газах. Такий поділ зумовлений тим, що ГДО залежить від газу, який протікає в каналі дроселя, і тому дроселі в каналах одного компонента працюють на одному газі, а дроселі в каналах різних компонентів працюють на різних газах [6]. У зв'язку із цим розроблені два типи пристроїв для підбору дроселів з рівними ГДО [7, 8].

Для підбору з високою точністю дроселів з рівними ГДО на одному газі доцільно застосовувати мостову схему, в якій стабілізовані абсолютні тиски на входах і виходах всіх дроселів, а також температура газових потоків та всіх елементів схеми. При цих самих значеннях абсолютних тисків і температур підібрані дросельні елементи повинні працювати у призначеному для них пристрої. Слід зазначити те, що тиск

живлення дросельної мостової схеми при вказаних конкретних умовах роботи дроселів встановлюється на рівні, який відповідає максимальній чутливості мостової дросельної схеми [9].

На рис. 1 наведено пристрій для підбору ГДО дроселів на одному газі. Пристрій містить джерело 1 газу, послідовно з'єднане із змінними дроселями 2 і 3, до міждросельної камери яких під'єднано вхід стабілізатора 4 абсолютного тиску "до себе" з виходом в атмосферу, манометр 5, підключений до виходу змінного дроселя 3, два подільники тиску, які утворюють мостову дросельну схему, один з яких складається із послідовно з'єднаних змінного дроселя 6 і постійного дроселя 7, а другий – із змінного дроселя 8 і дроселя 9, який підбирають таким, щоби його ГДО дорівнював ГДО дроселя 7. До міждросельної камери дроселів 8 і 9 підключено манометр 10, нуль-індикатор 11 включений у вимірювальну діагональ мостової дросельної схеми, а також послідовно з'єднані змінний дросель 12 і стабілізатор 13 абсолютного тиску "до себе", підключені до виходу мостової дросельної схеми, манометр 14, встановлений також на її виході. Всі елементи цього пристрою поміщені в термостат 15.

Як змінні дроселі 2, 3, 6, 8 і 12 можуть застосовуватися турбулентні дроселі типу ПП2 [10] або змінні ламінарні дроселі [11].

Постійні дроселі, які підбирають із групи дроселів (ГД) з однаковими геометричними розмірами, для синтезаторів повинні являти собою скляні капілярні трубки.

Для стабілізації абсолютного тиску на вході і на виході мостової дросельної схеми пристрою застосовують стабілізатори абсолютного тиску "до себе" типу САД-305.

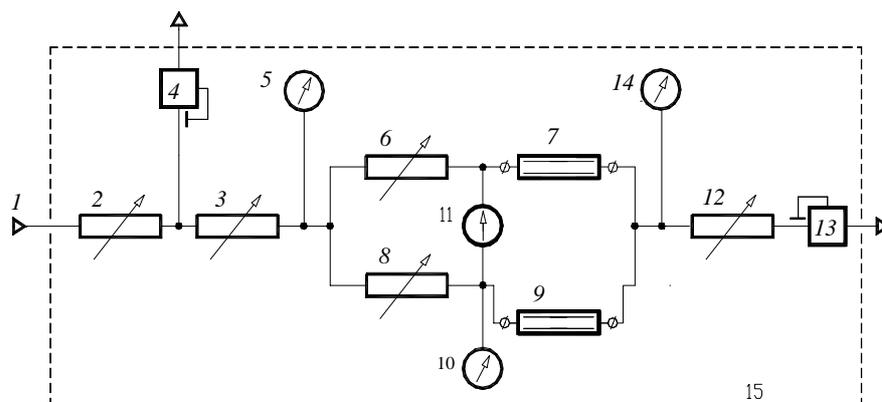


Рис. 1. Мостова схема для підбору ГДО дроселів на одному газі

Як нуль-індикатор у пристрої може бути застосований будь-який високочутливий прилад для вимірювання різниці тисків, наприклад, Fisher-Rosemount [12].

Робота пристрою передбачає таку послідовність операцій.

Спочатку в подільник тиску мостової схеми, який містить змінний дросель 6, встановлюють постійний дросель 7 із ГД, а у другий подільник тиску – дросель 9 також із цієї самої групи. Далі вмикають джерело 1 і газ через змінні дроселі 2 і 3, в міждросельній камері яких тиск підтримується за допомогою стабілізатора 4 абсолютного тиску “до себе”, проходить по каналах подільників тиску мостової дросельної схеми і далі з її виходу – через послідовно з’єднані змінний дросель 12 і стабілізатор 13 абсолютного тиску “до себе” – на скид. Необхідний тиск на виході мостової дросельної схеми (значення абсолютного тиску на виході дроселя) встановлюється за допомогою змінного дроселя 12 і стабілізатора 13 абсолютного тиску “до себе” за показами манометра 14. Значення абсолютного тиску на вході мостової дросельної схеми встановлюють згідно із залежністю $P_1 = 2 \cdot P_a - P_2$, де P_1 – значення абсолютного тиску на вході мостової дросельної схеми (встановлюється за допомогою змінних дроселів 2 і 3 та стабілізатора 4 абсолютного тиску “до себе” за показами манометра 5); P_a – задане значення абсолютного тиску на вході дроселя 9; P_2 – значення абсолютного тиску на виході мостової дросельної схеми.

При заданих значеннях абсолютного тиску на вході і виході мостової дросельної схеми встановлюють абсолютний тиск у міждросельній камері подільника тиску за допомогою змінного дроселя 8 за показами манометра 10. Далі за допомогою змінного дроселя 6 в іншому подільнику тиску встановлюють аналогічне значення абсолютного тиску в міждросельній камері, про що судять за нуль-індикатором 11, тобто зрівноважують мостову дросельну схему.

Наступний етап – підбір необхідної кількості капілярних трубок із рівними ГДО.

На місце дроселя 9 встановлюють інший дросель (капілярну трубку) із ГД. За показами нуль-індикатора 11 роблять висновок про рівність ГДО цих дроселів (попереднього і встановленого). Залежно від відхилення значення ГДО дроселя 9 у більший або менший бік його у першому випадку підганяють до потрібного значення ГДО поступовим зменшенням довжини

капіляра, досягаючи зрівноваження мостової дросельної схеми пристрою за нуль-індикатором 11, а в іншому разі його відбраковують.

Підбір дроселів з рівними ГДО скороченням довжини капілярного елемента дає змогу з максимально можливою для цієї дросельної мостової схеми точністю підбирати дроселі. Це зумовлено порівняно невеликою чутливістю ГДО дроселя до зміни його довжини. Так, наприклад, для дросельної мостової схеми зміна міждросельного тиску становить 20 Па при зміні довжини дроселя на 0,1 мм. Ця обставина дає змогу підпилюючи капілярну трубку, підігнати ГДО дроселя до необхідного значення з високою точністю, що встановлюється рівновагою дросельної мостової схеми.

Отже, встановлення на місце дроселя 9 інших капілярних трубок із ГД дає змогу підібрати потрібну кількість капілярів із однаковим ГДО на одному газі.

Розроблений також пристрій для встановлення рівності ГДО дроселів на різних газах. Він дає змогу із значно вищою точністю підбирати дроселі, ніж це можливо, наприклад, вимірюючи їх ГДО за допомогою відомих пристроїв [13...15]. У пристрої рівність ГДО на різних газах встановлюється також за допомогою високочутливого індикатора перепаду тиску (нуль-індикатора). Висока точність підбору двох дроселів можлива за рахунок інтегруючої властивості сполучення камери з дроселем, яке зумовлює нагромадження під час експерименту різної кількості газу в камерах навіть при незначній різниці в ГДО випробовуваних дроселів, що призводить, своєю чергою, до появи різниці тисків між камерами. Крім того, висока точність зумовлена синхронністю експерименту на різних газах і створенням ідентичних умов для випробовуваних дроселів.

Принципова схема пристрою для встановлення рівності ГДО дроселів на різних газах наведена на рис. 2. Пристрій містить джерела 1 і 2 різних стиснутих газів, з’єднаних з регульованими дроселями, відповідно 3 і 4, лінії 5 вирівнювання тисків, підключені відповідно до виходів регульованих дроселів 3 і 4, стабілізатор 6 абсолютного тиску “до себе”, підключений до виходів ліній 5 вирівнювання тисків. На лініях першого та другого газу встановлені відповідно дроселі 7 і 8 із ГД, стабілізатор 11 абсолютного тиску “до себе”, що підключений до виходу дроселя 7, стабілізатор 12 абсолютного тиску “до себе”, який

підключений до виходу дроселя 8, два нуль-індикатори 9 і 10, перший із яких встановлений між входами цих стабілізаторів, а другий – між виходами цих стабілізаторів. До виходів стабілізаторів 11 і 12 під'єднані дві камери 13 і 14 фіксованого об'єму, два сигналізатори 15 і 16 тиску, підключені по входу до камер 13 і 14 фіксованого об'єму, а по виходу – до реле 17 перемикавання, вакуум-насос 18, підключений через запірні вентиля 19 і 20, керовані від реле 17 перемикавання, до камер 13 і 14 фіксованого об'єму. Всі елементи пристрою (крім джерел газів 1 і 2) поміщені в термостат 21.

Запірні вентиля 19 і 20 повинні відповідати вимогам одночасного і безінерційного закриття проходу газу, а також вільного протікання газу через них.

Об'єми камер 13 і 14 вибираються з умови оптимального часу виконання експерименту (наприклад, 2...10 хв.). Ці об'єми визначаються в основному значенням ГДО досліджуваних дроселів 7 і 8.

Як нуль-індикатори 9 і 10 можна застосовувати будь-які високочутливі дифманометри. Для зручності в роботі бажано, щоб об'єми вхідних камер нуль-індикатора 10 були мінімальними (або точніше, щоб були набагато меншими від об'ємів камер 13 і 14).

Рівність ГДО дроселів 7 і 8 встановлюється так.

Спочатку здійснюється продування системи. Для цього у разі потреби вмикають вакуум-насос 18 або вакуумну лінію з'єднують з атмосферою, відкривають синхронно керовані запірні вентиля 19 і 20, а також регульовані дроселі 3 і 4. Вакуум-насос 18 вмикається в роботу лише при визначенні рівності ГДО дроселів 7 і 8, що працюють при тисках на виході, близьких або менших від атмосферного тиску. Якщо тиск на виході випробовуваних дроселів 7 і 8 повинен бути вищий від атмосферного, вакуумну лінію вакуум-насоса 18 з'єднують з атмосферою.

Потоки різних стиснутих газів від джерел 1 і 2 після регульованих дроселів 3 і 4 розгалужуються на лінії 5 вирівнювання тиску і випробовувані дроселі. Стиснуті гази, що надходять на входи ліній 5 вирівнювання тиску, йдуть на скид через стабілізатор 6 абсолютного тиску "до себе". За допомогою регульованих дроселів 3 і 4 та стабілізатора 6 тиску настроюють необхідне значення абсолютного тиску на вході випробовуваних дроселів 7 і 8. Стиснуті гази, що надходять по відповідних лініях на випробовувані дроселі 7 і 8, проходять стабілізатори 11 і 12, за допомогою яких встановлюється задане однакове значення абсолютних тисків на виходах випробовуваних дроселів. Рівність тисків на виходах випробовуваних дроселів визначається за допомогою нуль-індикатора 9. З виходів регуляторів 11 і 12 стиснуті гази через камери 13 і 14, запірні вентиля 19 і 20 надходять у вакуумну лінію вакуум-насоса 18.

Після деякого часу продування системи починають визначення рівності ГДО випробовуваних дроселів. Синхронно керовані запірні вентиля 19 і 20 закривають. З цього моменту починаються перехідні процеси підвищення тиску в камерах 13 і 14, зумовлені ємністю камери 13 і ГДО дроселя 7 на одному газі, а також відповідно ємністю камери 14 і ГДО дросельного елемента 8 на іншому газі. Якщо об'єми камер 13 і 14 рівні, то розходження перехідних процесів визначається тільки розходженням у ГДО дроселів 7 і 8. Якщо ГДО дроселів 7 і 8 рівні, то перехідні процеси ідентичні і стрілка нуль-індикатора 10 не відхиляється. Якщо ГДО дроселів 7 і 8 не рівні, то тиски у камерах 13 і 14 будуть наростати по-різному, внаслідок чого нуль-індикатор 10 буде реєструвати перепад тиску в камерах 13 і 14. Підбирають випробовувані дроселі, скорочуючи довжину капілярного елемента або відбраковуючи його.

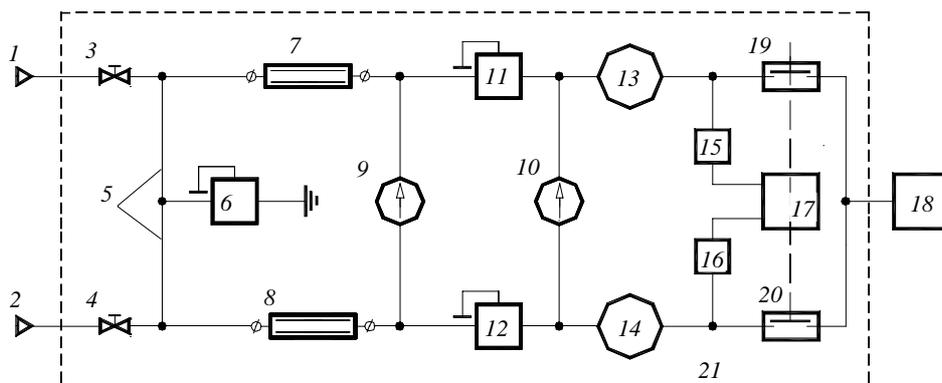


Рис. 2. Принципова схема пристрою для встановлення ГДО двох дроселів на різних газах

Для забезпечення нормальної роботи стабілізаторів 11 і 12 тиску, необхідно, щоб тиск на виході стабілізаторів був меншим, ніж стабілізований тиск. Для цього сигналізатори тиску 15 і 16 попередньо настроюють на значення тиску, менше ніж стабілізований тиск на виходах дроселів 7 і 8. Як тільки тиск в одній із камер 13 і 14 досягне значення, на яке настроєні сигналізатори 15 і 16, реле перемикавання 17 відкриває запірні вентилі 19 і 20. На цьому цикл встановлення рівності ГДО закінчується.

Висновки

Розглянуті пристрої дають змогу підбирати дроселі з рівними ГДО як на одному, так і на різних газах. На базі таких дроселів можна створювати синтезатори газових сумішей, в яких забезпечується однакова витрата компонентів газової суміші через всі дроселі, що дає змогу, з одного боку, розраховувати концентрації компонентів газової суміші через кількість дроселів в каналах компонентів, а з іншого – досягати високої точності задання концентрацій компонентів синтезованої суміші.

1. Березин А.С., Мочалкина О.Р. *Технология и конструирование интегральных микросхем.* – М., 1992.
2. Коллеров Д.К. *Метрологические основы газоаналити-*

ческих измерений. – М., 1967. 3. Ділай І.В. *Газодинамічні синтезатори для приготування сумішей заданого складу / Автореферат канд.дис.* Львів, 1994. 4. Коллеров Д.К. *Газоанализаторы. Проблемы практической метрологии.* – М., 1980. 5. Акцептована заявка Японії №57-34896. *Газозмішувальний пристрій.* – Йошіо Кояма, Інагакі Таканорі/. – Jul.26, 1982. 6. Теплюх З.М., Ділай І.В. *Метрологічне забезпечення хроматографа контролю складу природного газу //Методи та прилади контролю якості.* Ів.-Франківськ, 2001, №7. 7. А.с. № 1760406 (СССР). *Способ подбора дросселей с равными газодинамическими сопротивлениями / Е.П.Пистун, З.Н.Теплюх, И.В.Дилай.* Опубл. в Б.И., 1992, №33. 8. А.с. № 1552864 (СССР). *Система для установления равенства газодинамических сопротивлений дросселей / Е.П.Пистун, З.Н.Теплюх, И.В.Дилай,* 1992, 9. Карандеев К.Б. *Специальные методы электрических измерений.* М.-Л., 1963. 10. *Отраслевой каталог на серийно выпускаемое и перспективное оборудование ЦНИИТЭИП приборостроения.* – М., 1980. Т.7, №10. 11. Brack G. *Technik der Automatisierungs Gerate.* Verlag Technik, Berlin, 1972. 12. *Каталог приладів фірми Fisher-Rosemount.* 13. А.с. № 911546 (СССР). *Устройство для калибровки пневматических резисторов.* /В.П.Дмитренко, А.Л.Колойденко. Опубл. в Б.И., 1982, №9. 14. А.с. № 23697 (НРБ). *Способ і пристрій для вимірювання пневматичного опору.* /Нягол Точев Манолов та інші. 1977. 15. Ferner V. *Grundlegende Aspekte der Niederdruckpneumatik, Teil 1. Regelungstechnik,* 1967.

УДК 621

ОБҐРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМУ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗМЕНШЕННЯ АВАРІЙНОСТІ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

© Любомир Сопільник, Олег Сало, 2002

Національний університет "Львівська політехніка", кафедра "Метрологія, стандартизація та сертифікація",
вул. С Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Наведено аналіз та показано шляхи вирішення проблеми зменшення аварійності дорожнього руху.

Приведено анализ и показаны пути решения проблемы уменьшения аварийности дорожного движения.

The analysis is adduced and the pathes of the solution of primary goals are rotined, which one result in decreasing an accident rate of road motion.

Вирішення проблеми зменшення аварійності дорожнього руху залежить від:

– удосконалення реєстрації ДТП (дорожньо-транспортних пригод), підвищення оперативності та якості відповідних процедур;

– розробка експертних систем (ЕС) для аналізу аварійності дорожнього руху та удосконалення його організації;

– розробка математичної моделі (ММ), яка описуватиме оптимізацію зменшення аварійності дорожнього руху;